

Direkt Dijital Radyografinin Kimlik Tespitinde Kullanımı

Dr. Kürşat ER*, Yrd. Doç. Dr. Fatma YÜCEL BEYAZTAŞ**, Yrd. Doç. Dr. Kerem Engin AKPINAR*

*Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Bilim Dalı Sivas/Türkiye

**Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı Sivas/Türkiye

Özet

Bilgi çağı olarak adlandırılan yüzyılımızda meydana gelen teknolojik gelişmeler diş hekimliği alanında da etkili olmuştur. Son yeniliklerden birisi de Direkt Dijital Radyografidir (DDR). DDR, bilgisayar teknolojilerinin kullanıldığı bir dijital görüntüleme sistemidir. DDR'de konvansiyonel radyografideki aynı projeksiyon teknikleri kullanılır, ayrıca görüntüler bir elektronik sensör tarafından kaydedilir ve film yerine bir bilgisayar hafızasında saklanır. DDR'nin diş hekimliğinde rutin olarak kullanılmasıyla adli tıp açısından önemli olan dental kayıtlar daha düzenli tutulabilecektir. Bu sayede kimlik tespiti daha hızlı ve güvenli bir şekilde yapılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Adli tıp, adli diş hekimliği, kimlik tespiti, direkt dijital radyografi

The Use of Direct Digital Radiography in Identification

Summary

Technologic developments occurred in this century named as knowledge age have effected dentistry field also. One of the recent developments is Direct Digital Radiography (DDR). It is a digital imaging system in which computer technologies are used. Same projection techniques are used as in conventional radiography but images are detected by an electronic sensor and they are stored in computer harddisk in spite of film. By the routine usage of DDR in dentistry dental records which are very important for forensic medicine can be stored more regularly. By this way identification would be done more rapid and reliable.

Key Words: Forensic medicine, forensic dentistry, identification, direct digital radiography

Giriş

Bireyler, fiziksel yapıların içerdiği özelliklerinin yanı sıra vücut yapıları ve maddeleriyle de özgünlükler gösterirler. Yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, renk (saç, cilt, göz rengi), parmak izleri, kemikler ve dişler bireyin tıbbi kimliğini oluşturan fiziksel yapıların başlıcalarıdır. İnsanların vücut dokuları birbirine çok benzese de içerdikleri genetik işaretlerle birbirlerinden ayrılırlar (1,2). Yukarıda sayılan parametreler adli bilimlerin öncelik verdiği kimlik parametreleridir. Bu parametreler tanımlanmadan bir kişinin sağlıklı olarak kimliğinin tespiti olanaklı değildir. Çok yönlü olarak sürdürülen çalışmalar, bu parametrelerin her biri için en uygun yöntemin ve yapının araştırılması üzerinde yoğunlaşmıştır. Tek bir parametrenin değerlendirilmesiyle kimlik tespiti yapılmaması, parametrelerin birlikte değerlendirildiği kombine yöntemlerin kullanılması önerilmiştir (3).

Ancak cinayetler, kazalar, savaşlar, doğal felaketler ve ölüm sonrası değişimler sonucu tanınmalarının imkansız olduğu, bütünlüğünü kaybetmiş veya değişime uğramış kalıntılarla kimlik tespiti yapılması zorluk arz etmektedir. Dişler vücudumuzun en sert dokularından biridir. Bundan dolayı çeşitli fiziksel faktörlerden ve dış etkenlerden (yanma, çürüme vb.) fazla etkilenmemeleri, uzun süre dayanıklılıklarını koruyabilmeleri ve çoğunlukla cesetle birlikte bulunabilmeleri nedeniyle dişler, kimlik tespitinde diğer yapılara oranla daha rahat kullanılabilmektedir (2-5).

Dişlerden kimlik tespiti yapılması gerektiğinde diş kayıtlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kayıtların kalitesi

ölüm sonrası kalıntıların karşılaştırılmasını kolaylaştıracaktır. Bazı ülkelerde diş kayıtlarının tutulması zorunluluğu varken, ülkemizde bu konuda somut bir uygulama henüz mevcut değildir (6).

Bir adli diş hekimi ölüm öncesi diş kayıtlarından kimlik tespitinde kullanılacak özellikleri iyi belirlemelidir. Bu özellikler; eksik dişler, diestemalar, supernumere dişler, kırık dişler, rotasyona uğramış dişler, maksiller kesicilerin ark uzunluğu, gömülü dişlerin açılanması, intrensik renklemeler, diş onarımları, çürükler, protez uygulamaları, kök kanal tedavisi, kemik seviyesi ve diş anomalileri olabilir (7).

Diş kayıtlarının tutulduğu materyallerden biri de radyografilerdir. Dişlerin ve yüz kemiğinin radyolojik görüntüsü bu yapıların daimi değişmez kayıdır. Radyoloji objektif bir bilgi kaynağı olarak hizmet eder ve kimlik tespiti olgularında kesin bir delil olarak göz önünde bulundurulur. Radyografilerde diş ve çene kemiklerine ait bir çok özellik değerlendirilebilmektedir. Ancak, unutulmamalıdır ki; radyografilerde üç boyutlu bir yapının iki boyutlu görüntüsü elde edilir. Bu da bize dişler ve çevre dokular hakkında bazı bilgileri veremez (intrensik renklenme, dişeti hiperplazisi gibi) (7,8).

İncelemede ölüm öncesi ve ölüm sonrası radyografiler arasındaki benzerlikler ve farklılıklar değerlendirilir. Tipik olarak adli diş hekimi eksik veya supernumere dişler, malforme veya ektopik dişler, bulunan diş onarımları ve atıpkı anatomik özellikler veya işaretleri arar. Bunların hepsi veya herhangi biri kimlik tespitine yardımcı olabilir. Ancak, ölüm öncesi ve ölüm sonrası radyografiler karşılaştırılırken bazı zorluklar söz konusu olabilir. Günümüz ileri toplumlar da koruyucu diş hekimliğinin gelişmiş olması ve insanların ağız sağlığına önem vermesi nedeni ile çürük ve diş restorasyon insidansı oldukça düşüktür. Bu da kimlik tespit çalışmalarında zorluklara neden olabilmektedir. Konvansiyonel yöntemlerle elde edilmiş radyografilerde birçok radyografi hataları oluşabilmektedir (fog, artifakt, kontrast, dansite farklılıkları vb.). Bu nedenle alınan ölüm öncesi radyografiler kaliteli olmalıdır. Ölüm sonrası radyografinin ölüm öncesi radyografi ile aynı pozisyon ve açılarda olmasına dikkat edilmelidir. Konvansiyonel radyografide bu işlem çok uğraştırıcıdır. Ayrıca ölü katılığı sonucu oral kas sisteminin katılaşması gibi durumlarda ölüm sonrası diş radyografisi pozisyonunu ayarlama konusunda engellerle karşılaşılabilir. Konvansiyonel radyografilerdeki X-ışını kaynağı, film prosesörler ve solüsyonların ölüm öncesi şartlardaki ile aynı olmaması da ölüm sonrası radyografi kalitesinde etkili olabilir (8-10). DDR yönteminde yukarıda bahsi geçen çoğu sorunlar ortadan kalkmaktadır.

Direkt Dijital Radyografi (DDR)

Diş hekimliğinde radyografi; teşhis, tedavinin izlenmesi ve tedavi sonuçlarının kontrolü açısından çok önemlidir. Radyografi hekimin altıncı duyusu olarak nitelendirilebilir (11).

19.yy'ın diş hekimliğini etkileyen en son tıbbi gelişmesi, Würzburg'lu fizik profesörü Wilhelm Conrad Röntgen'in 1895'te X-ışınlarını keşfetmesidir. Bu tarihten 14 gün sonra diş hekimi O. Walkhoff, Röntgen'e başvurarak, kendi dişlerinin X-ışınları aracılığı ile radyografisinin çekilmesini istemiştir. Endodontik tedavilerde kullandığı özel kanal dolgu patı ile tanınan O.Walkhoff'un 25 dakikada ışınlanarak çekilen radyografisi, diş hekimliği tarihinde ilk diş radyografisi olarak yerini almıştır. X-ışınlarının diş hekimliğinde rutin kullanılır hale gelmesi ise ancak 1899'dan sonra Kells' in bu konudaki çalışmaları sonucu mümkün olabilmektedir. Röntgen cihazları 30 yıldır, diş hekimliğinde kullanılan en önemli aletler arasında yer almıştır (12,13).

Son 10 yıldır ise gelişen teknolojinin sunduğu aletler sayesinde gerek ağız, diş ve çene hastalıkları ve gerekse pulpa iltihaplarının tanısı daha kolay ve doğru olarak konulabilmektedir. Diş hekimliği teknolojisinde konvansiyonel (klasik, geleneksel) radyoloji yöntemlerinden manyetik ve dijital ortama, subjektif değerlendirmelerden sayısal sonuçlara geçme çabası görülmektedir. Üzerinde çalışma yapılan veya kullanılan alet ve yöntemler çok çeşitli olup, bunlardan bazıları şunlardır: Endoskopi, fiberoptik transilluminasyon, "light scattering", laser ofloresans, laser doppler flowmeter, ultraviyole illuminasyonu, boya penetrasyonu, iyot alma, elektriksel direnç, elektronik sond, periotest, "vertikal bite-wing" radyograflar, "subraction" radyografi, taşınabilir röntgen cihazı, xeroradyogra-

fi, zonografi, bilgisayarla teşhis, anında görüntü veren sistemler, bilgisayar destekli görüntü analizleri, tomosentez, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme, "strayfield" görüntüleme, "bone scanning", artroskopi, artrografi, ultrasonik görüntüleme, sonografi, yüzey elektromyografisi, termografi, kinesiografi, sıvı analizi, "T-scan" sistemi, karanlık alan mikroskopik spiroket sayımı şeklinde sayılabilir (11,14-18).

Günümüzde bilgisayar teknolojisinde görülen büyük gelişme, sayısal radyolojik sistemlerin de aynı hızda gelişmesini sağlamış ve farklı birçok sayısal radyolojik yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bir tanesi de DDR'dir.

Konvansiyonel radyolojide elde edilen radyografi analog bir görüntüdür. Burada görüntü, bir röntgen filmi üzerindedir ve elde edildikten sonra üzerinde değişiklik yapılamaz, taşıma ve saklaması zordur. Sayısal radyolojide bu sorunlar aşılmıştır. Radyolojik görüntü bilgisayarın hafızasında saklanabilmekte ve elde edilen görüntü üzerinde bilgisayar teknolojilerinin tüm özellikleri kullanılarak oynanabilmektedir. Bu özellikler sayesinde film saklanması kolaydır ve arşiv sorunu yoktur. Sayısal röntgen görüntülerinin elektronik transferi yapılabilmektedir (19).

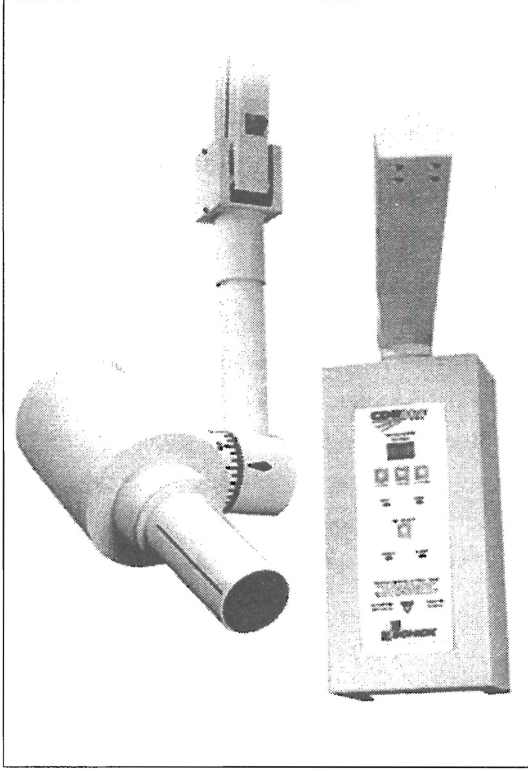
DDR sistemleri konvansiyonel bir röntgen cihazı, film yerine kullanılan bir alıcı (sensör ya da "screen") ve uygun yazılıma sahip bir bilgisayardan oluşur. Yüksek çözünürlükte bir monitör sistemi tamamlar (20).

İlk üretilen DDR cihazı Radio Visio Graphy'dir (RVG). RVG'nin 1,2,S,32000 ve PC modelleri bulunmaktadır. Daha sonra farklı isimlerde ve teknolojilerde cihazlar üretilmiştir. En fazla tanınan diğer DDR cihazlarından bazıları; Sens-A-Ray, Visualix, Flashdent, Sidexis, Digora ve Computed Dental Radiography (CDR, Bilgisayarlı Diş Radyografisi)'dir. CDR en son üretilen sistemdir (Şekil 1) (20-31).

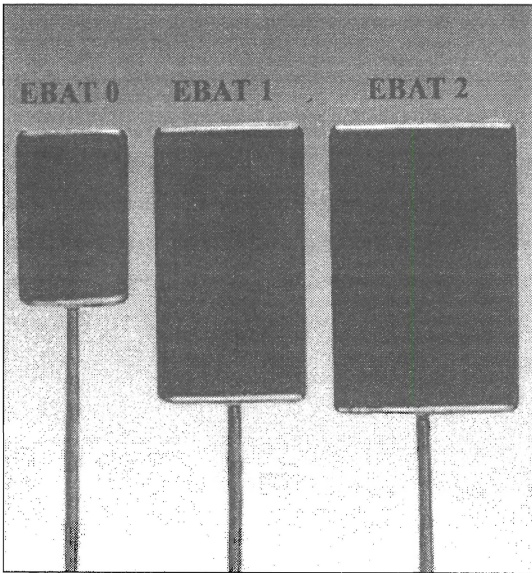
Şekil 1. CDR cihazının genel görünümü.



1-Konvansiyonel Röntgen Cihazı: Bu cihazlarda hızlandırılmış elektronların bir metale çarptırılması ile elektronların kinetik enerjileri elektromanyetik enerjiye dönüşür ve X-ışını oluşur. Aygıt istenen miktar ve kalitede X-ışını üretebilmektedir (19). DDR sistemlerinde ışın kaynağı olarak konvansiyonel röntgen cihazları kullanılır (Şekil 2). Ancak DDR alıcıları X-ışınına film-den daha hassas olduğu için röntgen cihazına daha az radyasyon vermek üzere, kısa ışınlama zamanı için ayarlanabilen özel bir elektronik zamanlayıcı takılır. Röntgen cihazı 50-90 kVp (ortalama olarak 65-70 kVp) arasında olabilir (20,21).

Şekil 2. Konvansiyonel röntgen cihazının genel görünümü.

2-Alicılar: DDR sistemlerinin çeşitli tipte alıcıları bulunmaktadır. Bunlar; CCD (Charge Coupled Device) sensörler ve strage (depo) fosfor screen'dir. RVG, Sens-A-Ray, Visualix, Flashdent ve CDR'de CCD sensör kullanılır. CCD, silikon bir çip üzerine yerleştirilmiş, ışığa ya da X-ışınlarına hassas bir yarı iletkenler dizisidir. RVG, Flashdent ve CDR (1995) sistemlerinde X-ışını önce bir sintillasyon ekranına çarpar ve dokulardan geçen X-ışının miktarı ile orantılı olarak ışık enerjisine (fotoelektronlara) dönüşür. Kullanılan CCD, ışık enerjisini optikler aracılığı ile algılayarak elektrik enerjisine çevirir. CDR(1998)'nin son çıkan modeli CMOS/APS (Complementary Metal-oxide Semiconductors/Active Pixel Sensors) sensör teknolojisi ile üretilmiştir (Şekil 3). Sens-A-Ray ve Visualix'de ise radyasyonla sertleştirilen CCD kullanılır ve X-ışınlarını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürür. Sonuçta oluşan elektrik enerjisi bir kablo aracılığı ile gelen sinyali dijitalize eden ara birime, oradan da bilgisayara iletir ve burada ekranda görülebilecek formata çevirir. Tüm bu işlemler birkaç saniye içinde gerçekleşir (20,21,27,30,32-35).

Şekil 3. CDR'nin sensörleri.

Sidexis ve Digora'da ise strage (depo) fosfor screen'ler kullanılır. Bu screen'ler ekstra-oral filmlerde kullanılan screen'lere benzetilebilir. "screen" üzerinde polimer bağlayıcı içine gömülmüş fosfor partikülleri bulunur. X-ışınları fosfor partiküllerini uyarır ve "screen" üzerinde latent görüntü oluşur. Digora'nın işlemci kısmında bir lazer tarayıcısı vardır. Ağızdan çıkarılan "screen" buraya yerleştirildiğinde X-ışınları tarafından uyarılan fosfor üzerindeki latent görüntüden yayılan ışık enerjisi bu lazer "scanner" tarafından okunur ve daha sonra dijital hale getirilir. Yaklaşık 25 saniye içinde görüntü oluşur (20,21).

3-Bilgisayar ve yazılım: DDR sistemleri yeterli hafızaya sahip bir kişisel bilgisayar, uygun yazılım ve yüksek çözünürlükte (en az Super VGA) bir monitörle kullanılmaktadır.

Klinik Uygulama

Sensörler sterilize edilememektedir. Otoklava konulamaz. Ancak dezenfektan solüsyonlarla silinerek dezenfeksiyonu sağlanabilir. Ayrıca, sensörlerin klinik kullanımı esnasında kontaminasyonu engellemek için sensörün üzeri plastik bir kılıf ile kaplanır. Depo fosfor screen'lerde kontaminasyonu engellemek için "screen" ısıyla yapıştırılan plastik bir kılıf ile kaplanmakta ve bu plastik tarayıcıya yerleştirilmeden önce cihaz üzerindeki bir eleman vasıtası

ile kesilmektedir. Sensörler plastik koruyucularla kaplandıktan sonra hasta ağzında görüntüsünü almak istediğimiz bölgeye yerleştirilir. Sensörler ya sensör tutucularla ya da hastanın parmak basısı ile ağızda sabitlenir. Daha sonrasında konvansiyonel radyografi cihazı ile hekim istediği pozisyon ve açılama ile ışınlama yapar. Eğer hekim isterse sensörün konumu değiştirilmeden arka arkaya değişik açılamlarla ışınlamalar yapabilir. CCD sensörlerde X-ışını (çeşitli şekillerde) elektrik enerjisine dönüştürülerek bir kablo aracılığı ile gelen sinyalleri dijitalize eden ara birime, oradan da bilgisayara iletilir ve burada ekranda görülebilecek formata çevrilir.

Sensörlerin dış yapısı sert plastiktir. Sert oluşu geometrik distorsiyonları engellemekle birlikte, alt çene arka bölgeye ve ark köşelerine yerleştirmede güçlük yaratabilmektedir. Konvansiyonel filmde daha küçük olması ise, film hatalarını artırmakta ve seri radyografi alınması durumunda radyasyon dozunda sözü edilen kadar azaltma sağlanmamasına neden olmaktadır (20).

Screen'ler de sensörlerde olduğu gibi bir kablo bağlantısı yoktur. Normal film gibi ağızdan çıkartılan "screen" bilgisayar sisteminin işlemci kısmındaki lazer tarayıcısına yerleştirilir. X-ışınları tarafından uyarılan fosfor üzerindeki latent görüntüden yayılan ışık enerjisi bu lazer tarayıcı tarafından okunur ve daha sonra dijitalize hale getirilir. "Screen" oldukça esnek olmakla birlikte geometrik distorsiyonu engellemek için çevresine daha sert bir çerçeve geçirilmiştir. Boyutları konvansiyonel filmle aynı olması film hatalarının ve seri radyografilerde radyasyon dozunun artmasına engel olmaktadır (20).

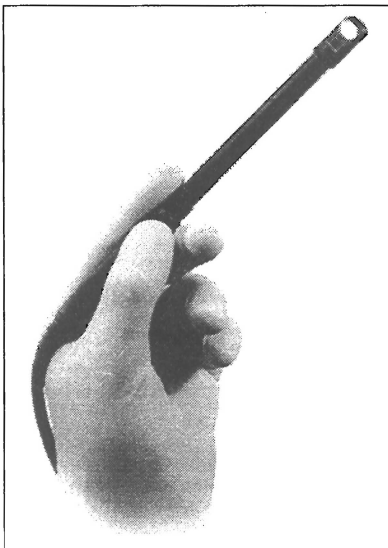
Alicıların (sensör, "screen") sayı ve ebatları sistemlere göre değişmektedir (Örn: CDR'de üç farklı ebatla, Digo-rada iki, Trophy ve Sens-A-Ray'de bir adettir).

DDR cihazlarının yazılımları sayesinde elde edilen görüntüler üzerinde çeşitli işlemler yapılabilmektedir. Görüntüler üzerinde kontrast ayarlaması yapılmasını ve çeşitli filtrelerle düzeltilmesini mümkün kılmaktadır. Görüntülerde büyütme, renklendirme, zoom, rotasyon, uzunluk ölçümü, açı ölçümü yapılabilmektedir. Elde edilen görüntüler hem pozitif hem de negatif şekilleri ile incelenebilmektedir. Kemik yoğunluğu ölçümleri, gridlendirme ile alan ölçümleri yapılabilmektedir (36).

Görüntüler işlendikten sonra istenen görüntüler hafızaya alınabilmektedir, birden fazla görüntü aynı anda ekrana getirilebilmektedir. Diskete yüklenip, printer çıktıları alınabilmektedir. Bu disket veya çıktılar hastalara verilebilir veya arşiv oluşturulabilir (36).

CDR'de hastalar için rapor tutulabilmekte ve kısa notlar alınabilmektedir. Görüntülerin elektronik transferi yapılabilmektedir. Ağız içi kamera sistemi sayesinde video görüntüleri de elde edilebilmektedir (Şekil 4) (36).

Şekil 4. Ağız içi kamera sistemi.



DDR'nin Avantajları

1. Sensörler X-ışınına filmde daha hassas olduğu için radyasyon dozu %70-90 oranında daha azdır.
2. Filmlerin işlenmesi için gereken karanlık oda, banyo solüsyonu ve banyo sisteminin gerektirdiği gereçlere DDR'de ihtiyaç yoktur. Ayrıca banyo solüsyonlarından kaynaklanan hatalı görüntüler ortadan kalkmaktadır.
3. Muayenehane ile karanlık oda arasında kontamine film paketlerinin hareketi önlenmiş olur.
4. Çok kısa sürede görüntü elde edilmektedir.
5. Kullanımı kolay bir sistemdir.
6. Muayenehanede az yer kaplar.
7. Operatif işlemleri hızlandırır.

8. Görüntü işleme olanağı vardır.
9. Standardizasyon sağlanarak elde edilen görüntülerde hastanın tedavi öncesi ve sonrası görüntülerini aynı anda ekrana getirip karşılaştırma imkanı sağlar.
10. Yapılacak tedaviler konusunda hasta bilgilendirilebilir. Bu şekilde hasta ile hekim arasında iyi bir kooperasyon sağlanabilir.
11. Diş kayıtlarının tutulması daha kolay ve güvenlidir.
12. DDR cihazlarının bir kısmında ilave olarak bulunan ağız içi kamera sistemi sayesinde ağız içi video görüntüleri elde edilebilmektedir. X-ışını görüntüleri ve video görüntülerinin elektronik transferi yapılabilmektedir (36-42).

DDR'nin Dezavantajları

1. Fiyatı pahalı bir sistemdir.
2. Teknik sınırlamalardan dolayı sensör ebatları (aktif alan büyüklüğü) diş filmlerinden küçüktür. Uygulama alanı birkaç diş ve yakın çevresi ile sınırlıdır. Bu yüzden büyük patolojiler saptanamaz. Daha çok endodontide, çürük tespitinde, cerrahide implant operasyonları sırasında ve periodontolojide kullanılmaktadır.
3. Rezolüsyonu konvansiyonel tekniklere göre daha düşüktür. Printerdan alınan görüntülerin baskı kalitesi, ekran görüntüsünden daha kötüdür.
4. Damak derinliği az veya alveol kavsi dar olanlarda, rubber-dam kullanılan hastalarda sensörün yerleştirilmesi zor olabilir (36-42).

Sonuç

DDR'nin kullanımıyla adli diş hekimliği açısından daha düzenli kayıtlar tutulabileceği için elde edilen bilgiler daha güvenli olacaktır. Elektronik görüntü transferinin yapılabilmesi, hasta görüntülerinin diskette veya printer çıktısının elde edilmesinden dolayı kimlik tespiti için bilgiye ulaşmayı hızlandıracaktır. Ölüm öncesi ve ölüm sonrası görüntüler bilgisayar ekranında yan yana getirilip incelenebilir. Ölüm öncesi görüntünün ölüm sonrası olarak tekrar elde edilmesi DDR ile daha kolay sağlanır. Sensör ağız içine tutucularla sabitlenerek X-ışını tüpünün açılması ve pozisyonu değiştirilerek arka arkaya görüntüler alınabilmekte ve bu sayede ölüm sonrası şartlarda ölüm öncesi görüntüye en yakın görüntü en kısa sürede elde edilebilir. CDR'de bulunan ağız içi kamera sistemi sayesinde hastanın video görüntüleri de elde edilebilmektedir. Bu da kimlik tespitinde radyografi ile elde edemeyeceğimiz intrinsek renklenme, dişeti büyümesi gibi bilgilere ulaşmamızı sağlar.

DDR pahalı bir sistem olması nedeni ile şu an ülkemizde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Önümüzdeki yıllarda diş hekimliği fakülteleri, hastaneler ve diş hastalıkları kliniklerinde rutin kullanılmaya başlanmasıyla diş kayıtları daha düzenli tutulabilecek ve oluşturulan bilgisayar ağı ile görüntülerin elektronik transferi yapılabilecektir. Böylece adli diş hekimliği alanında da kimlik tespiti açısından büyük katkı sağlanacaktır.

Kaynaklar

1. Çöloğlu AS. Adli olaylarda kimlik belirlenmesi. In: Soysal Z, Çakalır C. Adli tıp. Cilt 1. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1999;73.
2. Harorlu AB, Bocutoğlu Ö. Adli tıp ve adli odontolojide kimlik tespiti. Oral, 1990;7(78): 23-28.
3. Afşin H. İskelet kalıntılarında dişlerden yaş tayininde dentin transparasyonu görüntü analizi yöntemi. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Tıp Bilimleri Anabilim Dalı(doktora tezi). İstanbul, 1999;83.
4. Işık AF. Diş pulpasından ABO kan grubu tayini. Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı (uzmanlık tezi), Ankara, 1994;5.
5. İnanıcı MA, Çağır S, Birgen N, Soysal Z. Diş muayenesi ile kimliğin saptanması ve ağız içi otopsi uygulaması. Akademik Dental Dişhekimliği Dergisi, 2000;2(3):1-6.
6. Tunalı İ. Adli Tıp. Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2001;49.
7. Delattre VF, Stimson PG. Self-assessment of the forensic value of dental records. Journal of Forensic Sciences, 1999;44(5):906-909.
8. Wood RE, Kirk NJ, Sweet DJ. Digital dental radiographic identification in the pediatric, mixed, and permanent dentitions. Journal of Forensic Sciences, 1999;44(5):910-916.
9. Hubar JS, Carr RF. Computed dental radiography used to reproduce ölüm öncesi film position. Journal of Forensic Sciences,

- 1999;44(2):401-404.
10. Bayırlı G. Röntgen ışınları ve diş hekimliğinde uygulamalar. İstanbul Üniversitesi Basımevi. İstanbul, 1994:79-82.
 11. Efeoğlu E, Kılıç AR. Periodontal tedavide dijital radyografik görüntüleme metodları. İÜ Dişhek. Fak. Derg., 1996;30:89-98.
 12. Alaçam T, Uzel İ, Alaçam A, Aydın M. Endodonti. Barış Yayınları. Ankara, 2000:96-98.
 13. Yazıcıoğlu AN, Yaraş S. Standardize paralel, bite-wing, aç ı ortayı tekniklerinin periodontal klinik muayene ile karşılaştırılması A.Ü Dişhek. Fak. Derg., 1993;20(1):85-91.
 14. Karakurumer K, Şahin M, Günaydın Y, Doğan N. Dişhekimliğinde radyolojik tanı yöntemleri. A.Ü Dişhek. Fak. Derg., 1990;17(3):469-473.
 15. Hausmann E. Radiographic and digital imaging in periodontal practice. J. Periodontol., 2000;71(3):497-503.
 16. Vandre RH, Webber RL. Future trends in dental radiology. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., 1995;80(4):471-8.
 17. Musselwhite JM, Klitzman B, Maixner W, Burkes EJ, Laser Doppler flowmetry: A clinical test of pulpal vitality. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., 1997;84:411-9.
 18. Lindhe J, Karring T, Lang NP. Clinical periodontology and implant dentistry, third edition. Munksgaard, 1998:713.
 19. Kaya T, Adapınar B, Özkan R, Temel radyoloji tekniği. Güneş-Nobel Tıp Kitabevleri, 1997:70.
 20. Aydın Ü, Alasya D, Dişhekimliğinde direkt dijital radyografi. Atatürk Üniversitesi Dişhek. Fak. Derg., 1998;8(2):78-84.
 21. Akgül HM, Yılmaz AB, Direkt dijital radyografi (DDR). Atatürk Üniversitesi Dişhek. Fak. Derg., 1998;8(1):100-104.
 22. Benz C, Mouyen F. Evaluation of the new Radio Visiography system image quality. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 1991;72(5):627-31.
 23. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP. Presentation and physical evaluation of radiovisiography. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 1989;68(2):238-242.
 24. Sullivan JE, Di Fiore PM, Koerber A. Radiovisiography in the detection of periapical lesions. Journal of Endodontics, 2000;26(1):32-35.
 25. Walker A, Horner K, Czajka J, Shearer AC, Wilson NHF. Quantitative assessment of a new dental imaging system. The British Journal of Radiology, 1991;64:529-536.
 26. Sanderink GCH. Imaging: New versus traditional technological aids. International Dental Journal, 1993;43:335-342.
 27. Farman AG, Scarfe WC, Schick DB, Rumack PM, Computed dental radiography: Evaluation of a new charge-coupled device-based intraoral radiographic system. Quintessence International, 1995;26(6):399-404.
 28. Stamatakis HC, Welander U, McDavid WD. Physical properties of a photostimulable phosphor system for intra-oral radiography. Dentomaxillofacial Radiology, 2000;29(1):28-34.
 29. Oliveira AE, De Almeida SM, Paganini GA, Haiter Neto F, Boscolo FN. Comparative study of two digital radiographic storage phosphor systems. Braz Dent J. 2000;11(2):111-116.
 30. Wallace JA, Nair MK, Colaco MF, Kapa SF. A comparative evaluation of the diagnostic efficacy of film and digital sensors for detection of simulated periapical lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2001;92:93-7.
 31. Yoshiura K, Kawazu T, Tokumori K, Tanaka T, Kanda S. Assessment of image quality in dental radiography, part 2 optimum exposure conditions for detection of small mass changes in 6 intraoral radiography systems. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1999;87:123-9.
 32. Attaelmanan AG, Borg E, Gröndahl HG. Signal-to-noise ratios of 6 intraoral digital sensors. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2001;91:611-5.
 33. Keçeci AD. Eğri kanalların genişletilmesinde kullanılan 3 manuel yöntemin intraoral dijital radyografi yardımıyla karşılaştırılması, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diş hastalıkları ve tedavisi(doktora tezi), İzmir, 1997:47.
 34. Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp, eighth edition. Mosby, St Louis, 2002:938-941.
 35. Akdeniz BG. Periapikal doku değişiklikleri ve dijital radyografi. Diş Hekimliğinde Klinik Dergisi, 1999;12(2):52-6.
 36. CDR user guide (CDR kullanım klavuzu), Schick technologies inc., 1999.
 37. Hokett SD, Honey JR, Ruiz F, Baisden MK, Hoen MM. Assessing the effectiveness of direct digital radiography barrier sheats and finger cots. JADA, 2000;131:463-7.
 38. Cederberg RA, Tidwell E, Frederiksen NL, Benson BW. Endodontic working length assessment :comparison of storage phosphor digital imaging and radiographic film. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1998;85:325-8.
 39. Versteeg KH, Sanderink GCH, Von Ginkel FC, Van der Stelt PF. Estimating distances on direct digital images and conventional radiographs. JADA, 1997;128:439-443.
 40. Lim KF, Loh M, Hong YH. Intra-oral computed radiography-an in vitro evaluation. J. Dent, 1996;24:359-364.
 41. Burger CL, Mork TO, Hutter JW, Nicoll B. Direct digital radiography versus conventional radiography for estimation of canal length in curved canals. Journal of Endodontics, 1999;25(4):260-63.
 42. Scmage P, Pfeiffer P, Nergiz I, Pltzer U. Analysis of digital image clarity for clinical purposes. Journal of Marmara University Dental Faculty, 1999;3(2):931-9.

İletişim Adresi: Dr. Kürşat ER
Cumhuriyet Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi.
Endodonti Bilim Dalı, 58140 Kampüs/Sivas
e-mail:qursater@hotmail.com